

## **ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ №11 ПОДКЛЮЧЕНИЕ РЕАКТОРОВ В СХЕМАХ ПОДСТАНЦИЙ**

*Цель работы.* Изучить выбор реактор и учёт их параметров в расчёте токов коротких замыканий.

### ***Порядок выполнения***

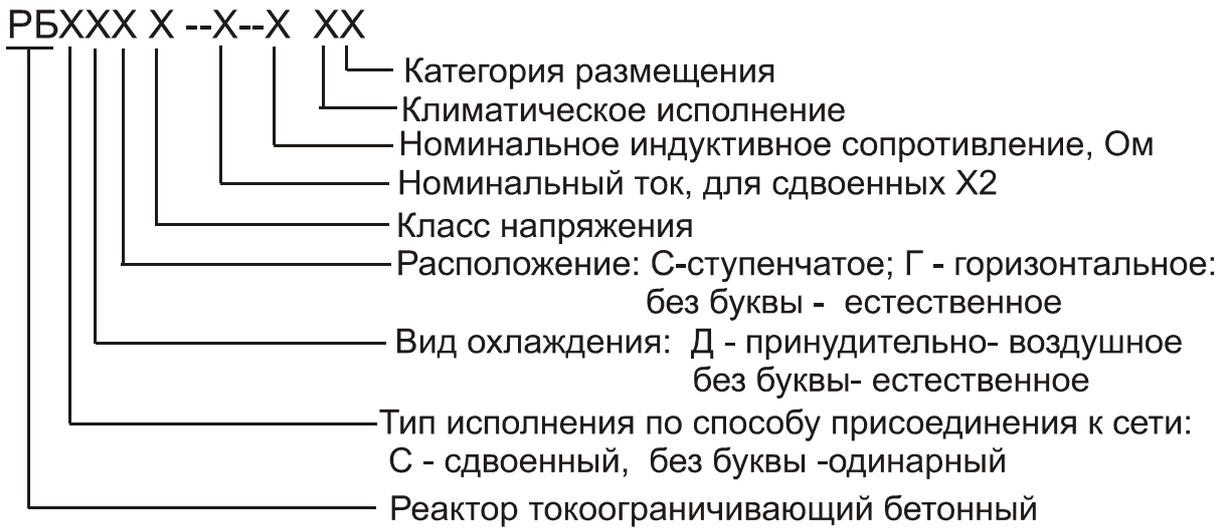
1. Изучить теоретический материала.
2. Решить практическое задание.
3. Ответить на контрольные вопросы.

### ***Содержание отчёта***

1. Необходимые теоретические сведения.
2. Решенное практическое задание.
3. Ответы на контрольные вопросы.

### ***Основные теоретические сведения***

В связи с тем, что на промышленных предприятиях необходимы мощные трансформаторы и автотрансформаторы для питания нагрузок. Сопротивления этих аппаратов имеют небольшую величину, поэтому на их выводах токи достигают 40 и больше кА. Такие токи могут разрывать только выключатели больших габаритов, а это требует дополнительных площадей. Чтобы снизить токи коротких замыканий в силовые цепи включают индуктивные сопротивления (в активных рассеивается большая мощность) , которые называются реакторами. Это катушки неизолированного алюминиевого провода залитые в бетонные стойки. Поскольку витки расположены близко друг к другу, поэтому их общее сопротивление значительно. Реакторы снижают токи коротких замыканий и этим самым позволяют использовать малогабаритные выключатели, способные разрывать токи , например, 20 кА. Чаще всего реакторы врезают в каждую фазу и устанавливают друг на друга, такое положение называется естественным, но при этом нижние фаза реактора охлаждаются хуже верхней фазы. Много реакторов устанавливается в цепях отходящих от распределительных устройств линий 10(6) кВ сразу за выключателем. При этом считается, что короткое замыкание между выключателем и реактором маловероятно. Расшифровываются обозначения реакторов следующим образом:



Пример: РБ --10--1000--0,45 УХЛ 1  
 реактор бетонный на 10 кВ, ток 1000 А,  
 сопротивление 0,45 Ом,

Без реакторов не обходятся мощные подстанции, особенно питающиеся по коротким линиям 110...330 кВ. Особенно имеющие мощные трансформаторы с расщепленными обмотками, когда от двух трансформаторов необходимо запитать четыре секции 10 кВ, от каждой секции питается отдельный цех (рис.11.1).

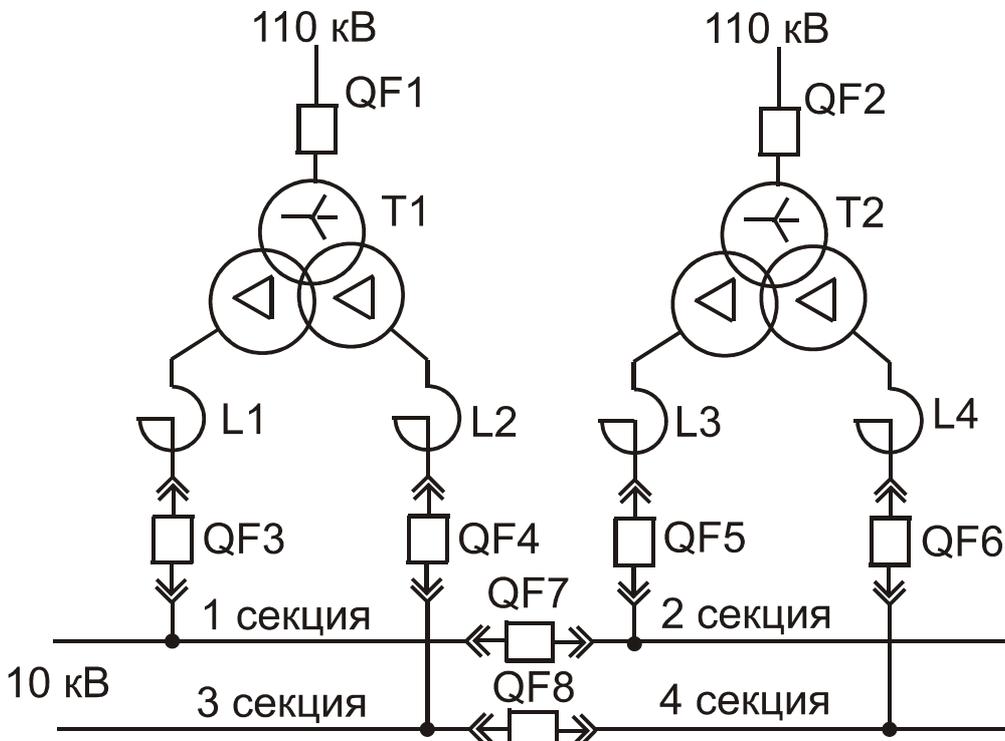


Рисунок 11.1. Питание ЗРУ-10 кВ от двух трансформаторов с расщепленными обмотками.

Можно от одного трансформатора запитать две секции распреустройства, используя для этого сдвоенные реакторы.

Сдвоенные реакторы, как и обычные, служат для ограничения токов КЗ. В марке реактора обычно приводится относительная потеря напряжения при протекании номинального тока

$$X_P = \frac{\sqrt{3} I_{НОМ} X_P}{U_{ЛИН}} 100 ,$$

Отсюда находим сопротивление реактора в Омах

$$X_P = \frac{X_P}{100} \cdot \frac{U_{ЛИН}}{\sqrt{3} I_{НОМ}} .$$

Особенностью сдвоенного реактора является наличие магнитной связи между ветвями каждой фазы (взаимной индуктивностью М). В зависимости от направления тока в ветвях его индуктивное сопротивление может уменьшаться или увеличиваться. Это используется для уменьшения падения напряжения в рабочем режиме и ограничения токов при КЗ..

Ветви реактора выполняют на одинаковый номинальный ток, а средний вывод на удвоенный номинальный ток ветви. За номинальное сопротивление сдвоенного реактора принимают сопротивление ветви обмотки при отсутствии тока в другой ветви

$$X_B = \omega L ,$$

где L — индуктивность ветви реактора (индуктивности ветвей равны между собой);

С учетом взаимной индуктивности потеря напряжения в ветвях реактора при подключении источника к средней точке определится

$$\Delta U_P = I_1 \omega L \sin\varphi - I_2 \omega M \sin\varphi ,$$

где  $I_1$  ,  $I_2$  — токи в ветвях реактора;

M — взаимная индуктивность ветвей реактора.

Отсюда видно, что за счет взаимной индуктивности потеря напряжения в сдвоенном реакторе меньше по сравнению с обычным реактором с таким же индуктивным сопротивлением. В эксплуатации необходимо стремиться к тому, чтобы ветви реактора были равномерно загружены  $I_1 = I_2 = I$ . Тогда ветви будут работать в одинаковых условиях

$$\Delta U_P = (I_1 \omega L - I_2 \omega M) \sin\varphi = I \omega L (1 - K_{СВ}) \sin\varphi ,$$

где  $K_{СВ}$  — коэффициент магнитной связи между обмотками.

Если  $X_B = \omega L$ , то записать

$$X_{В,СД} = X_B (1 - K_{СВ}) ,$$

где  $X_{В,СД}$  — сопротивление ветви реактора с учетом взаимной индукции.

При  $K_{CB} = 0,5$ , получим  $X_{B,CD} = 0,5 X_B$ , отсюда следует, что потеря напряжения в два раза меньше по сравнению с обычным реактором.

При КЗ за одной из ветвей реактора, ток в ней значительно превышает ток в неповрежденной ветви. Относительное взаимное влияние взаимной индуктивности уменьшается и потеря напряжения в реакторе, а также ограничение тока КЗ определяется лишь собственным индуктивным сопротивлением ветви  $X_B = \omega L$ . Таким образом сопротивление реактора в режиме КЗ возрастет при  $K_{CB} = 0,5$  в два раза по сравнению с нормальным режимом.

Реакторы выбирают по номинальному напряжению, номинальному току и индуктивному сопротивлению. Номинальный ток ветви сдвоенного реактора не должен быть меньше максимального длительного тока нагрузки  $I_{НОМ} \geq I_{МАКС}$ .

### Практическое задание

Проверить правильность выбранного реактора РБСДГ 10 2×2500-0,14УЗ. Трансформатор мощность 40 МВА 110/6 кВ питает шины 6 кВ (рис.11.2). По каждой ветви сдвоенного реактора протекает ток 1900 А.

РБСДГ 10 2×2500-0,14УЗ

Р — реактор; Б — бетонный; С — сдвоенный; Д — принудительное охлаждение дутьем; Г — горизонтальная установка фаз; 10 — номинальное напряжение 10 кВ; 2500 — номинальный ток каждой ветви; 0,14 — номинальное индуктивное сопротивление одной ветви. Длительный ток при естественной циркуляции 2×2100 А. Коэффициент связи  $K_{CB} = 0,52$ .

При КЗ ток ограничивается одной ветвью, поэтому  $X_B = X_P = 0,14 \text{ Ом}$ .

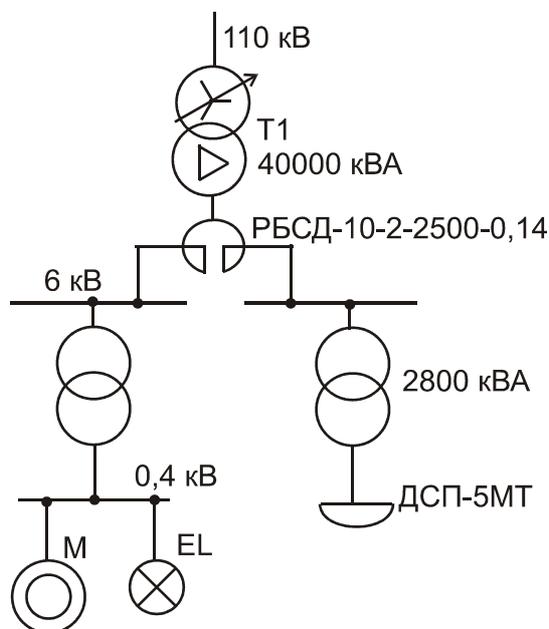


Рисунок 11.2 — Подключение потребителей через сдвоенный реактор

### ***Контрольные вопросы***

1. Для чего изготавливают трансформаторы с расщепленными обмотками?
2. Как вычислить сопротивление трансформатора с расщепленными обмотками?
3. Что представляет собой реактор?
4. Для чего реакторы устанавливают после трансформаторов?
5. Для чего реакторы устанавливают на отходящих линиях?
6. Как вычислить сопротивление реактора, если его реактивность задана в %?
7. Как работают сдвоенные реакторы при протекании токов нагрузки?
8. Как работают сдвоенные реакторы при коротких замыканиях?